稻米品質性狀之遺傳與育種

郭 益 全
臺灣省農業試驗所

摘 要

持續提昇省產稻米品質是臺灣地區近年來最重要的稻米產銷策略之一，多年來在政府決策單位之主導與規畫及各試驗場所之合作與努力下，省產稻米品質已大見提昇，唯，待努力之空間仍相當大。本文即在綜述本省有關稻米品質之遺傳研究成果，並檢討稻米品質育種績效，從而建議未來稻米品質持續改進之淺見，供大家一齊思考。

稻米是臺灣地區最首要之糧食作物，光復以來由於決策領導單位之大力推動、稻作工作同仁之奮力不懈，臺灣水稻品種年年推陳出新、生產技術屢屢改進創新，稻米歲歲連登豐收。惟，光復初期，百廢待舉，經濟建設方針是以農業培養工業，稻作增產乃成爲農業發展中紮根之基本工作；同時民國61年起政府積極加强農村建設，激勵稻作生產，凡此種種努力概僅注重稻穀產量之提高，而較忽視稻米品質之改良。

而時推世移，隨著臺灣經濟之快速發展，國民所得之迭有增加，稻米之消費已不再是往昔的「吃得飽」，而是「吃得巧」、「吃得好」；另方面，更因經濟轉型，消費習性丕變，每人平均稻米年消費量逐年減少；再加上外銷受限，導至臺灣地區稻米生產過剩、倉容不足等等問題，爲農政當局帶來莫大的困擾。

爲因應稻米消費由「量」的時代轉變成「質」的時代之需求，農委會乃積極輔助農林廳所屬各農業試驗場所及糧食局展開稻米品質改進之相關各項工作。幾年來，省產稻米品質已大見改善。唯，稻米品質之改善經緯萬端，舉凡品種、栽培環境、氣候、栽培方法、收穫後處理、煮飯操作等，都將影響到稻米之品質表現，而國內在這方面之經驗累積尙不夠多，百尺竿頭，可努力空間尙多。本文之目的即在將國內稻米品質性狀之本土遺傳基礎研究；稻米品質改良概況；育種實績；現階段稻米育種策略之應用作一綜合性之論述與檢討，敬請各方賢達不吝批評、指教，俾使臺灣之稻米品質改良工作更臻於至善，則，臺灣稻米品牌建立可期；臺灣稻作產業永續可期。

稻米品質性狀之遺傳研究

衆所皆知，稻米粒品質爲一複合性狀，一般可大別爲物理特性及化學特性等兩類。習慣上，稻作界向將稻米品質性狀歸類成: 1.碾米品質；2.烹調、食用暨加工品質；3.營養品質；

及4.純潔、清潔度等四大項(Webb et al., 1979)。而稻米品質優劣之基準則由各該產品之消費者或特殊判定者來認定。即，稻米品質之良莠是依生產者、加工者（包含碾米加工業及米產品加工業）及消費者等層面之不同，而各有其不同判定觀點與需求。舉例言之，就生產者言，以產量及稻穀特性(尤其是與單位面積產量關係密切之稻穀容重量)爲其極重要之考慮；就加工業者來說，碾米率（尤其是完整米率）、米粒外觀、米粒物理特性、化學成份等最爲重要；而消費者所重視的則是亮麗透澈之外觀及合意的烹調暨食用品質；而育種家則面面俱到，全方位考量。本節內容是以國內專家學者在主要稻米品質性狀遺傳研究成果之系統綜論爲主，間亦引述國內外稻作學者已發表之報告、論著，作各種角度之論證。茲按稻穀特性、米粒外觀及烹調暨食用品質等類別分項敘述之。而由於若干性狀如：稻穀容重量及碾米品質等需要大樣品供測試，故相關遺傳訊息付之闕如。同時，稻米品質性狀概屬胚乳性狀，爲三倍體組織，理論上其遺傳機制自與二倍體之遺傳體系不同，唯，現今胚乳性狀表現之遺傳體系尚未被成熟發展，故，現有胚乳性狀之遺傳分析均仿二倍體之遺傳體系行之。

稻穀特性一般指穀粒之長、寬、厚、重、粒形（長寬比)及容重量等，爲重要之經濟性狀，而與市場品質關係密切。國際稻米市場概以長、中、短粒形作爲稻米分類之一種依據，且以長粒型爲主流，而東鄰之日本則偏好中、短粒形，至於臺灣則並不十分在意粒型。而由於米粒之發育受稻穀之絕對限制，故稻穀之長、寬、厚、重及粒形與糙(白)米之長、寬、厚、重及粒形有絕對相觀。著者曾先後分別以全互交法(diallel cross method)、世代平均值法(generation mean)、遺傳解析析出(partitioning method of genetic analysis)等進行稻穀粒性狀之本土性遺傳研究，其結果大致與Chang and Li(1980; 1991)之詳細綜論相符合。著者全互交分析之結果得知：供試材料穀粒之長、寬、厚均受累加性與顯性基因效應所控制，且累加性基因效應遠大於顯性基因效應；長粒、寬粒、厚粒呈不完全顯性；穀粒長、寬、厚之遺傳率均高並發現有母本效應；有關之基因數目爲：寬爲1對，穀粒厚爲2對(郭等,1985a; 郭與劉, 1986b)，穀粒長爲1對(郭等, 1985a; 郭與劉, 1986b)或2對(郭, 1982)；3性狀之一般組合力均大於特殊組合力(郭與劉, 1986b)。世代平均值法之結果指出：穀粒之長、寬、厚、重(以千粒重或白粒重計)等4穀粒性狀F_2頻度分布成非常態之連續分布，進一步經尺度測定及6-介量等分析發現，穀粒長與重之遺傳變異係由累加性、顯性、累加性x累加性交感、累加性x顯性交感及顯性x顯性交感等遺傳成份所控制；穀粒寬之遺傳變異主由顯性及累加性x顯性交感等兩成份所支配；穀粒厚之遺傳變異係由累加性、顯性及累加性x累加性交感等成份所控制，而供試材料穀粒長與重所呈現之交感屬重覆型之上位性(郭與謝,1982a)。在另一試驗中則尙發現穀粒重存有母本效應(郭與劉, 1986b)。穀粒長寬比係由穀粒之長、寬所誘得之一種導出性狀，其遺傳機制與穀粒之長、寬獨立(Jenning et al., 1979)，經以遺傳解析析出法分析之結果發現：供試材料穀粒長寬比之差異係由兩對主效基因所支配，小穀粒長寬比者對大穀粒長寬比者爲不完全顯性，並可能有基因間之交感作用存在(郭與謝, 1982b)。另一全互交之試驗除有相同之推論外，同時發現穀粒長寬比存有母本效應(郭與劉, 1986b)。

稻穀比重與穀粒大小、千粒重有關，據唐(1993)的綜論：當米粒與稻殼間之空隙大時表示米粒充實不良，因之稻穀比重大小似可代表穀粒之充實度或米之發育程度。而增加稻穀比重稻穀數，不但可提高產量潛能，且有較高之白米率與完整米率。經以256個梗稻品種進行評估，指出稻穀比重有期作間差異，爲品種特性，可遺傳。六親本全互交之分析發現稻穀比

重受數量基因控制，且有超顯性作用；在F_2組合中，有超越雙親分離現像，遺傳率在50-70%之間(唐, 1993)。

精白米粒之亮麗與否，與白米之透明度及白堊(粉)質(chalkiness)之有無有關。現行良質米之標準爲透明度不得高於等級3，而心、腹、背白指數總和不得超出1。米粒之白堊質係米胚乳內澱粉顆粒(含蛋白質質體)之堆積不密實所至。而米粒依白堊質位置與拓展程度之不同，而有心、腹、背白及等級之不同，而此白堊質部份質軟而脆，透明度差。一般，具白堊質之米粒不僅白米外觀較差，且易於碾白過程中碎裂，大大影響該稻米之碾米品質暨市場商品價值。本性狀雖屬品種特性之一，但其表現受環境相當程度之影響。有興趣瞭解環境因素對白堊質米粒出現頻度、白堊質面積拓展程度影響狀況之讀者可詳郭與劉(1986a)之論著。據Chang and Li (1980; 1991)引用Anon(1963)已出刊之遺傳研究報告指出：米粒之腹白或心白係由1對隱性基因(wb或we)所控制；亦有報告指出腹白係由1對顯性基因所控制(Nagai, 1958)；甚或認爲腹白爲多基因系統與環境交感所支配 (Nakat a and Jackson, 1973)，而其F_2之變異主要爲累加性基因之作用所致。基於近年來探討環境因素對米粒白堊質影響之研究，概將影響效應分成白堊質米粒出現頻度與白堊質面積拓展程度等兩類。故，著者在進行本土性全互交米粒白堊質之遺傳解析時，是以白堊質米粒出現頻度與白堊質面積拓展程度爲評估之基準，結果發現：兩性狀均有母本效應存在；遺傳率值均高；累加性基因效應與顯性基因效應均重要，但以累加性基因效應爲主；白堊質米粒出現頻度中等對多者或少者爲不完全顯性，白堊質面積小者對大者爲不完全顯性(劉,1986a)。

米粒直鏈澱粉含量(amylose content)通常被分成低(低於20%)、中(20%-25%)及高(高於25%)含量等三級，向被公認爲影響稻米食用與加工品質最主要之因素，相關研究也最早且多。唯，由於分析技術之關係，以往有關直鏈澱粉含量之分析均使用大樣品，因之進行直鏈澱粉含量遺傳研究時，必須以次一世代混合米粒的測定值作爲上一世代之推估值。如：F_2集團各單株之直鏈澱粉含量值係各該單株上遺傳型互異諸F_3穀粒混合樣品之測定值，似此，以次世代測定值作爲上世代推估值行本性狀遺傳分析，被視爲理所當然。同時，胚乳爲三倍體組織，基因劑量問題理論上應存在，但實際上概不加考慮。晚近，分析科技日新月異，分析技術突飛猛進，單穀粒直鏈澱粉含量之分析方法已被開發，經藉單穀粒直鏈澱粉含量分析之遺傳研究已陸續被發表，請有興趣讀者注意查閱。

如前述，Chang and Li (1980; 1991)之綜論指出，國外有關米粒直鏈澱粉含量之遺傳研究起步既早且多。累積前人報告之結論是：米粒直鏈澱粉含量高者對低者呈不完全顯性，而由1對主效基因及若干修飾基因所控制(Chang and Li, 1980; 1991)；但Stansel(1966)之試驗則另發現：高直鏈澱粉含量受2對互補基因所影響。無直鏈澱粉或臘質胚乳(即糯米) 則係由1對隱性基因(am或wx)所控制，而這個wx基因已被認爲是一個超級結構之複合基因座。又因爲胚乳爲三倍體組織，直鏈澱粉含量之差異亦受所含wx等位基因劑量之不同而有不同程度之影響(Chang and Li, 1980; 1991)。

著者等鑑於國內稻作育種計畫中，粳秈稻之雜交經常被使用，基於此種米飯品質殊有不同(導因於直鏈澱粉含量之不同)兩亞種間之雜交，其米粒直鏈澱粉含量之遺傳應有究明之必要，故首先進行嘉農秈11號與臺南5號雜交組合米粒直鏈澱粉含量之遺傳分析，結果推論：米粒之直鏈澱粉含量係由1對主效基因及若干修飾基因所控制；含量高者對低者呈不完全顯性

(Hsieh and Kuo, 1982)，而與Chang and Li(1980; 1991)之綜論大致相符。其後再以嘉農秈11號與臺農67號及臺南5號與臺中在來1號等兩個粳秈稻雜交組合行米粒直鏈澱粉含量之分析，發現兩組合F2集團米粒直鏈澱粉含量之頻度分布呈常態分布，但有相當之個體超越低含量親本。由此同屬粳秈稻雜交但米粒直鏈澱粉含量遺傳機制不同之事實顯示，特定性狀之遺傳行為與供試材料之遺傳背景有密切之關係，此點可以統計觀點合理解釋之，此即，就統計觀點言，固定型之遺傳研究所作之推論自僅適用於各該供試之材料，而不適於各該供試材料外之類推。此外，我們曾以數量性狀之觀點進一步探討秈稻組合米粒直鏈澱粉含量之遺傳，全互交之分析結果指出：供試親本米粒直鏈澱粉含量之遺傳變異係由累加性與顯性基因效應所控制，但以累加性基因效應為主；高米粒直鏈澱粉含量為不完全顯性；估得有關基因數為2對(郭等, 1985a)。而本全互交分析所得之結果與王(1975)及陳(1979)等本土性之研究結果大致相一致。

著者在美國進修曾進行前述大樣品暨單穀粒為分析基準之米粒直鏈澱粉含量遺傳研究，經以全互交法、世代平均值法、傳統孟德爾法之估算，結果發現，直鏈澱粉含量遺傳機制因組合之不同互有變化，但大致與著者等已出刊暨其他學者之報告相一致 (Kuo, 1992)，而與Kumar and Khush (1987)之結果不同。

Kumar and Khush (1987)利用單穀粒直鏈澱粉含量之分析進行米粒直鏈澱粉含量的遺傳研究，結論指出：米粒直鏈澱粉含量由1對主效顯性基因及若干修飾基因所控制；高含量者對低含量者或中含量者呈完全顯性。Kumar and Khush(1987)認為米粒直鏈澱粉含量之遺傳機制，在混合樣品與單穀粒分析之差異（即不完全顯性對完全顯性）是：以次一世代遺傳型互異之混合米粒的測定值作為上一世代推估值所造成之偏估。唯，著者在以單穀粒直鏈澱粉含量之分析進行本性狀的遺傳研究中亦發現：米粒直鏈澱粉含係量由1對主效基因或2對互補基因及若干修飾基因所控制；高含量者對低含量者或中含量者為不完全顯性、中含量者對低含量者亦為不完全顯性(Kuo, 1992)。著者(1992) 基於：美國南方品種Lemont單穗上諸穀粒直鏈澱粉含量成常態分布（單穀粒直鏈澱粉含量分析)，顯示單穀粒直鏈澱粉含量之分析結果混雜有穗內變異，而其穗平均值恰與混合樣品測定值相同 (W ebb et al., 1990)之事實；Kumar and Khush (1987)之遺傳分析仍無法有效處理基因之劑量效應；及，各該試驗材料遺傳背景互有不同，即各該遺傳研究均屬統計上之所謂固定型試驗，自不宜作試驗材料外之推論等等事實，故認為：米粒直鏈澱粉含量的遺傳有不完全顯性對完全顯性之不同，並不完全肇因於分析基準之不同，按，即大樣品或單穀粒之不同。此即，Kumar and Khush (1987)僅以導因於次一世代遺傳型互異混合米粒的測定值作為上一世代推估值之偏估，作為解釋單穀粒與大樣品兩分析基準下遺傳機制不同之唯一依據，並不能讓人完全信服。

膠體性質(gel consistency，國內以前習稱膠體軟硬度或膠體硬度或膠體展流度)為Cagampang et el. (1973)發展出，用於秈米食用品質之檢定中，彌補僅行直鏈澱粉含量分析不足之一種米質檢定方法。著者曾首用嘉農秈11號與臺農67號及臺南5號與臺中在來1號等兩個粳秈稻雜交組合，於1979年進行米粉膠體性質之遺傳，結果發現：兩雜交組合F_2集團膠體展流度之頻度分布呈偏歪分布，且均可分成3低展流度：1高展流度之比例，符合孟德爾氏單性雜種分離之遺傳理論；廣義遺傳率極高；同時，膠體展流度與直鏈澱粉含量成極顯著負相關，而與產量性狀之相關不顯著(郭與謝, 1983)。全互交之結果顯示：膠體性質存有母本效應；累加性與顯性基因效應約相等；低膠體展流度對高膠體展流度呈完全顯性(郭, 1985a)。

米粒膠化溫度(gelatinization temperature)爲米粒澱粉浸水加熱開始澎漲至不能再回復原來構形之臨界溫度。一般品種之膠化溫度要介於55-79℃之間，它被歸爲三級：低膠化溫度(70℃以下)、中膠化溫度(70-74℃)及高(74℃以上)等三級，膠化溫度往往以鹼性擴散值(Alkali digestion scale) 間接估計之，直接測定則以Amylograph行之。咸認膠化溫度之遺傳相當複雜，Beachell and Stansel(1963)發現在中與低膠化溫度品種間雜交，可選出高膠化型後裔；而在中與高膠化型品種間雜交，僅能選出中和高膠化型的植株；若干高與低膠化型品種間之雜交，則有高、中及低等三型之植株。Stansel(1966)以高及中膠化溫度之品種雜交中，發現後裔之膠化溫度只有親本型個體出現；在高與低膠化型組合中，有三型出現（高、中、低)，但中膠化型個體較少且不能固定，故以3對基因來解釋其膠化溫度與直鏈澱粉含量之變化。另一方面，Chang and Li(1980; 1991)之綜論認爲高及中膠化溫度親本間之差異，係受少數主效基因以及數個修飾基因所控制，而在數個雜交組合之F2集團中，大部份組合普遍顯現高膠化溫度爲顯性基因所控制；有的組合則被指出係受基因之累加性作用所影響，同時，各類基因間之高次交感作用如：顯性x顯性、顯性x累加性及累加性x 累加性等三類作用之是否存在，則視組合而異。郭等(1985a)本土性之研究分析指出：米粒膠化溫度有母本效應；且供試親本米粒膠化溫度之遺傳變異係由累加性與顯性基因效應所控制，而以累加性基因效應爲主；低膠化溫度對高膠化溫度爲不完全顯性。

米粒之蛋白質含量(protein content)屬稻米營養品質，但與米粒外觀暨食用品質有密切之關係。米粒之蛋白質概成顆粒狀之蛋白質體而存在於稻米胚乳澱粉顆粒之間隙間，且普遍分布於米粒之較表層部份。一般，蛋白質含量較高之米粒色澤較差，不呈雪白色而呈淺黃褐色。同時，也須較多之水與較長之時間烹煮才能完全煮熟，蛋白質含量較高之米飯色澤通較黃褐，且質地較硬。目前累積之知識是：食用品質良佳之米飯的蛋白質含量概低。亦即，米粒之蛋白質含量在稻米營養品質及食用品質兩性狀中所扮演之角色恰相衝突：利於稻米營養品質則不利於食用品質；不利於稻米營養品質則利於食用品質。

米粒之蛋白質含量屬品種特性，但環境强烈影響其表現。有關環境對米粒蛋白質含量之影響、米粒蛋白質之理化特性、高蛋白質稻之生理特性等著者有詳盡之綜合論述(郭, 1977a; 1978)，有興趣讀者可參閱著者所開列之文獻。著者等由梗稻早晚熟品系 (種) 暨若干梗秈稻雜交後代米粒蛋白質含量之分離情形推論：米粒蛋白質含量之遺傳通呈低蛋白質含量者對高者爲顯性；遺傳率由極低至中等，視組合之不同而異；有關之基因對數爲1至2對；米粒蛋白質含量概與穀產量及生育日數成極顯著或顯著之負相關；有若干向正負兩方向超越高與低含量親本之單株發現(郭, 1977b; 1978；郭等, 1978a; 1978b; Hsieh and Kuo, 1979, 1982)。此等推論與Chang and Li (1980; 1991)之綜論大致相合。另一全互交試驗之分析結果爲：供試親本間米粒蛋白質含量之遺傳變異係由累加性與顯性基因效應所導至；母本效應顯著；低蛋白質含量對高含量爲不完全顯性；蛋白質含量與直鍊澱粉含量成極顯著之負相關，與膠體性質成極顯著之正相關，而與穀粒長無相關(郭等, 1985a)。

基於許多報告顯示：在高蛋白稻育種計畫中，咸認以單株蛋白質產量用爲評選之基準較以單位乾物重(即蛋白質含量)更具價值，著者曾以兩個梗稻雜交F2集團爲材料，進行單株蛋白質產量與具因果關係諸產量性狀、蛋白質含量等之路徑分析。經逐步推論分析後，將單株蛋白質產量解析爲基本性狀時，蛋白質含量、穗數、平均一穗穎花數、結實率、千粒重爲支

配單株蛋白質產量之主要因素。另方面，各該性狀對單株蛋白質產量直接效應之估算結果顯示：單株穀產量對蛋白質產量之直接效應較蛋白質含量者爲大；而穀產量構成四要素對單株蛋白質產量之直接效應則以平均一穗穎花數最大，次爲穗數，再爲結實率，而以千粒重者最小(郭等, 1978c)。

稻米是以整粒狀態被烹煮食用，而米飯如以Texturometer或Rheometer測定，則可獲知該米飯之硬度、黏性、凝集性、脆性、咀嚼性及黏著性等6種飯粒物理特性。已知米飯之此等物理特性與食用品質有關(郭等, 1987)，著者等乃以六親本之全互交法探討米飯物理特性之遺傳，數據經以Jinks -Hayman及Griffing等兩套方法分析，結果發現：飯粒之硬度、凝集性、脆性、咀嚼性、黏著性等5種飯粒物理特性親本間之遺傳變異均極大，此遺傳變異係由累加性基因效應與顯性基因效應所控制；除凝集性爲顯性基因效應大於累加性基因效應外，餘4性狀均爲累加性基因效應大於顯性基因效應；5個飯粒物理特性均存有母本效應；除凝集性外，餘4性狀之遺傳率均高；經由變方成份估得之顯性程度與經迴歸圖析所得之結果不盡相同；各米飯特性之一般組合力與特殊組合力均顯著，而一般組合力較殊組合力爲大(郭與劉, 1987)。

稻米粉末在加水受熱後產生具黏性米糊，而Amylograph爲用來記錄米糊黏性變化之機具。證據顯示米糊黏性變化之特性與稻米之加工及食用特性有關(Webb, 1975)，Kuo(1992)因之進行稻米粉末Brabender澱粉連續黏度之遺傳分析，全互交之結果指出，崩解黏度(amylographic breakdown viscosity)受累加性基因效應與顯性基因效應所控制，但以累加性效基因應較大；無母本效應；低崩解黏度對高崩解黏度爲不完全顯性；狹義遺傳率高(0.85)；一般組合力較特殊組合力高，且該兩組合力均顯著。另方面，世代平均值分析則發現：親本間之遺傳變異除累加性基因效應及顯性基因效應外，尙存有累加性x顯性交感作用；數據並再度顯示：低崩解黏度對高崩解黏度爲不完全顯性。而Kuo(1992)進行米粒粉末Brabender澱粉連續黏度之遺傳分析，標的性狀除導出性狀崩解黏度外，尙有高峰黏度、熱糊黏度、冷糊黏度等3個基本黏度值及回饋黏度與膠體黏度等

2個導出黏度值，基於崩解黏度與其它如快煮米加工品質之關係較爲明確，故在此作詳細之遺傳機制描述，餘5性狀均略而不言。另，著者在美國之進修研究中，曾創出小樣品之澱粉連續黏度分析法，並蒙多家米加工業者試行中。

品質改良工作概況

臺灣稻米品質改良工作之奠基，完全歸功於前農委會農糧處長-黃正華先生之高瞻遠矚。由於黃先生之推動，除派專人前往設在菲律賓之國際稻米研究所(IRRI)受訓外，農復會(農委會前身)更於民國60年(西元1971年)即輔助廳屬臺中區農業改良場設立米質研究室。此後，負責人從一些本土性基礎研究中，雖已初步規劃出米質有關之若干重要工作，唯在民國60-70年(西元1971年至西元1981年)代稻米產量最優先的時代背景下，對本省稻米品質改進方面並未發生較大之影響力。及至民國70年(西元1981年)以後，稻米品質開始被重視後，臺中區農業改良場米質研究室之角色功能開始突顯了，在農委會之決策支持下，已規劃完成本省稻米品質分級之暫訂標準。糧食局也於民國73年(西元1984年)二期作起開始輔導具有分級小包裝白

米生產及銷售能力之鄉鎮農會及糧商與農民契作生產良質米；民國74年(西元1985年) 二期作起又配合發展精緻農業，辦理輔導良質米產銷計畫，特級良質小包裝米於焉誕生。目前，大拇指特級良質米、CAS (Chinese Agricultural Standard)特級良質米等已成爲本省稻米銷售之主流。

另方面，由於品種、栽培環境、氣候、栽培方法、收穫後處理及煮飯操作等，都將影響到稻米之品質表現，但國內在這方面之經驗不多，決策當局鑑於東鄰之日本在良質米產銷方面已有很好之基礎，故透過種種管道，一方面邀請日本暨國際著名米質專家來臺指導有關之研究(如日本之平野哲也博士，豐錦之育成者；崛末登博士等；國際稻米研究所之Dr Juliano)；一方面組團赴日做綜性、有計劃、有目標地研習、訪問。訪問團員回臺後，也都能各就崗位，發揮訪問心得，對本省稻米品質之改進善盡心力。同時，基於品種改良是提高稻米品質之最基本方法，人才之培養自是刻不容緩，農委會亦於有限經費下勻出部份款項供作人員培養進修之用，筆者即因此被派往美國進修；另有他人則被送往日本進修（如臺中場之洪梅珠博士）；而國內以米質改良爲題之在職進修者也是比比可見（如臺中場之許愛娜博士等），此即期望能在品種改良等基礎工作方面紮下根基。

三方面，農政主管當局也整合各試驗研究單位，針對各稻米品質之有關問題，在有限之經費下，進行本土性、系統性之基礎暨應用性研究：諸如稻米之理化特性與食味之關係；品質性狀之遺傳；環境與米質；收穫、調製、貯藏及加工與米質；品質檢定與分級、良質米嗜食性調查、米食與健康等等，並於民國77年4月7-9日(西元1988年4月7-9日)，由行政院農委會及省政府農林廳邀集各單位，在臺中區農業改良場將各單位之研究成果作一綜合性之檢討與驗收，並輯成專集出版。而農林聽與糧食局每年所舉辦之良質米生產、示範觀摩與良質米飯品嚐等的觀摩會，則不勝枚舉。

目前，農政決策單位在稻米品質改良方面，除了繼續良質米品種之選育外，推動重點在：良質米適栽區及適栽品種之規劃、輔導良質米產銷、加强良質米栽培生產技術及良質米集團栽培契作等等。但是稻米品質之改善，除了影響稻米品質諸重要因素之控制與改良外，行政措施之配合也相當重要，因之，良質米之產銷一定要由高層次之農政決策單位來統籌主導才具效率。而有關臺灣現階段稻米品質改進況，前農委會鄧科長(現高雄區農業改良場副場長)在民國77年(西元1988年) 「稻米品研討會」中，有極周延精闢之分析及舉證，所論述臺灣稻米品質改進所面臨之種問題及處理理念，或已被解決、或正在被解決、或已突顯、或即將突顯、或被引用、或即將被引用，對現階段臺灣稻米品質改良問題有興趣者，都可從該論述中獲得有關技術層面及行政處理層面之答案。

歷年育成稉秈稻品質性狀之表現

經查現有文獻知，日人據臺之約五十年間(西元1895年至1945年)，對臺灣梗稻之改良雖不遺餘力，但直到光復前，日人仍認爲臺灣產稻米之品質，一般尙稍遜於日本產者，而這些被日人認爲品質略遜日本品種一籌之水稻品種，卻是光復後臺灣稻作產業重建之主要栽培品種。而光復1號及401雖號稱臺灣光復後最先命名登記之品種，但該兩品種雖是光復後登記，大部份選育工作幾乎仍是爲在日據時代完成。據現有文獻知，臺灣第一個光復後才進行雜交、

選育並完成登記之本土育成品種爲臺灣省農業試驗所嘉義分所育成之嘉農242號，該品種民國35年(西元1946年)2期作雜交，民國40 年(西元1951年)2期作選出，民國45年(西元1956年)登記推廣。該品種高產，抗病，米質佳，廣受栽培。另，高雄22、24、25、27號亦均於民國35年(西元1946年)2期作雜交，但登記之年代則均較嘉農242號爲晚，其中高雄27號曾爲當時高屏地區之主要栽培品種。此後農林廳所屬各試驗場所在被公稱爲農糧導師-黃正華先生之領導推動之下，一個個各具特色之高產品種陸續推出，各領風騷於一時、一地，或全省、較長期。而光復後到現在，能廣被接受之本土性暨全省性品種應僅有臺南5號與臺農號67等兩品種。

另方面，與粳稻相比較，不論是日人或我政府，在秈稻方面投入之資源顯得相對地少。但光復後之育種實績卻頗有可觀者焉。就中，最有名之品種爲臺中在來1號，該品種民國38年(西元1949年)2期作雜交，民國41年(西元1952年) 2期作選出，民國46年(西元1957年)1期作登記，是被公認爲全世界第一個利用半矮性基因(semidwarfs)之秈稻品種。國際稻米研究所(IRRI)因之育成號稱水稻綠色革命之IR 8，喚起全世界稻作學者對半矮性基因之認識，半矮性秈稻遂爲全世界秈稻栽培品種之主流。另一品種，臺中秈10號以其高產暨良質著稱，也被我駐外農技團推薦至世界各地，而以高產、適應性廣聞名。以上兩秈稻品種均由臺中區農業改良場育成。

農糧導師-黃正華氏(1985)曾將光復後臺灣之稻米生產改進區分爲五階段：從民國35年(西元1946年)至民國39年(西元1950年)爲戰後恢復期；從民國40年(西元1951年)至民國49年(西元1960年)爲農業支持工業發展期；民國50年(西元1961年)至民國59年(西元1970年)爲農工業發展轉換期；民國6 0年(西元1971年)至民國72年(西元1983年)爲加速農村建設期，民國73年(西元1984年) 以後爲稻田轉作期(表1)，亦即稻米品質全面受重視之開始。而歷年來所育成粳秈稻品種(包含若干日據時代育成之品種)品質性狀之表現，恰與這五階段稻作生產目標有相當程度之關連，茲以歷年來所育成粳秈稻品種(包含若干日據時代育成之品種)品質性狀之表現爲經，以黃氏(1985)光復後臺灣稻米生產改進五階段爲緯，來檢討臺灣在稻米品質改良方面之實績。又，本節所列歷年育成粳秈稻品質性狀表現之數據係摘錄自宋等(1991)之著作，但在本文中之辯證則純爲著者個人之論點，若有引喻失義，當爲著者之失；同時，本節之辯證與郭與宋(1992)之論著有相當程度之雷同，有興趣一窺郭與宋(1992)論著之全貌可洽著者，或查作物生產改進研討會專集(1992年國立中興大學農學院刊行) 。

表 1. 臺灣稻米生產改進五階段

起迄年代	具體作爲
西元1946年至1950年	戰後恢復期
西元1951年至1960年	農業支持工業期
西元1961年至1970年	農工業發展轉換期
西元1971年至1983年	加速農村建設期 (西元1981年開始重視米質)
西元1984年至	稻田轉作期

(黃正華氏, 1985)

一、歷年育成梗秈稻品種之碾米品質：

顧名思義，碾米品質自是與稻穀經碾白加工成白米有關之品質性狀，習慣上，碾米品質又被區分爲碾糙率、白米率、完整米率等三項。由於碾米品質直接影響碾米加工廠之利潤，故碾米廠總是希望購得具高碾米品質(尤其高完整米率)之稻穀以增加收益。已知，影響碾米品質之因素除了栽培管理、稻穀收穫、乾燥、貯藏及碾米加工處理等外，主要爲各該品種之特性，因之，本節首先檢討歷年育成品種碾米品質之變異。

歷年育成梗稻品種之碾糙率、白米率及完整米率等碾米品質性狀的變異如表2。依黃氏(1985)論文所稱光復後臺灣稻米生產改進五階段來看臺灣稻米品質改進之演變，則歷年育成品種碾米品質變異之脈絡已隱約可循。以完整米率爲例，戰後恢復期之品種，碾米品質尙保持一定之水準(此期品種概爲日本人育成)，其後歷經農業支持工業期及農業工業轉換期等(以糧食增產爲首要農建目標)，碾米品質逐漸滑落，而在加强農村建設期後開始脫胎換骨，碾米品質逐漸獲得改善。由表2之改善情況可預測，此趨勢已邁過稻田轉作期，並將持續穩定地維持一定的改善幅度。理由之一乃因爲目前水稻新品種選育過程中，粒型之選拔目標是穀粒不太大而稍細長，而此類型米粒通不具白堊質，而於碾米過程中較不易碎裂。因之，就完整米率言，未來本省梗稻品種之碾米品質將還有提升之空間，雖是美國中短粒米之完整米率概介於57至66%之譜。

歷年育成秈稻品種碾米品質之變異如表3。其改善情況之變化趨勢雖類梗稻，但持續改善之趨勢似已停頓。唯，美國長粒米之完整米率概介於55到63% 間。而表中臺農秈18號也高達68.7%，顯示秈稻在碾米品質方面（尤其完整米率）尙有可待努力之空間。

二、歷年育成梗秈稻品種之米粒外觀：

構成白米外觀之主要項目有：米粒之大小、形狀、胚眼大小、透明度、心白、腹白及背白等項。國內消費者對米粒之大小及形狀並無特殊之偏好，而國際稻米市場則以長粒型爲主流。唯，對於透明度及心或腹白等之要求則一。一般，以透明瑩澈，潔白無瑕之米粒爲高外觀品質之象徵。表4及表5爲臺灣近年育成梗秈稻品種米粒外觀之變異表。由表 4可知，歷年來主要梗稻品種米粒外觀之變異是最符合黃氏(1985)臺灣稻米生產改進五階段區分下，外觀品質爲稻米品質性狀中隨階段改進目標之變化而變化之品質性狀。簡言之，戰前及戰後恢復期之品種，米粒外觀尙保持一定之水準；其後歷經以豐產爲導向之農業支持工業發展期及農工業發展轉換期(1952年至1971年)，米粒外觀品質由於不受重視乃逐漸趨下。加速農村建設期是個轉捩點，此期雖仍然以高產爲導向，但米質問題已開始受重視，且米粒外觀也是育種選拔中較簡便易行之性狀，選拔效率高，故米粒外觀品質之改進績效快速。現行良質米評定標準是：心、腹、背白等項值合計若超過1則不符合良質米品種之初步要件，故各試驗場所也倍加用心。由於心、腹、背白之表現雖受環境因子之影響，但也是品種特性之一，遺傳率高，早代選拔有效(郭與劉,1986a；Jennings et al., 1979)，因之個人認爲米粒外觀品質之改進是稻米品質改良中最容易進行，也是最基本之工作。此即因：米粒外觀之選拔在早期世代(如第二代)樣品數量很小時，即可進行非破壞性之汰選，故，應從早期世代即予最大之選拔壓力，歷經此嚴格篩選所獲之選系再適時進行碾米品質及烹調暨食用品質特性之檢定(至此，選擇之空間實已有限，但人力與資源之負擔已可能)。也就是說，在良質品種育成過程中，應在早期

表 2. 梗稻品種之碾米品質

登記年代	品種	碾糙率(%)	白米率(%)	完整米率(%)
1930	臺中 65號	81.5	70.4	66.7
1943	嘉南 8號	81.9	70.9	66.9
1953	新竹 56號	81.9	73.6	71.8
1956	嘉農 242號	82.3	71.1	66.7
1957	臺中 178號	82.3	72.1	66.4
1957	臺南 1號	80.6	72.2	68.4
1958	臺南 3號	79.2	69.4	64.6
1958	高雄 64號	82.2	72.3	67.9
1958	臺北 306號	81.4	70.9	66.5
平均		81.3	71.3	67.2
1961	臺中 180號	80.2	70.5	63.6
1965	臺中 184號	82.3	71.7	65.5
1965	臺中 186號	80.0	70.2	64.9
1965	臺南 5號	82.8	74.1	65.7
1965	臺北 309號	79.6	69.7	66.0
1966	高雄 137號	80.1	69.9	64.7
1968	臺北 311號	81.9	71.7	65.4
1970	高雄 138號	80.7	69.6	61.1
平均		81.0	70.9	64.6
1972	臺農 61號	82.0	71.6	64.9
1972	臺東 27號	83.4	73.5	67.9
1975	臺農 62號	81.4	72.0	58.9
1975	臺中 187號	82.8	73.1	69.7
1975	臺中 188號	82.7	72.6	59.9
1975	臺南 6號	82.8	71.9	67.0
1975	高雄 139號	82.6	72.8	63.0
1976	高雄 140號	82.2	71.6	62.2
1978	臺農 67號	81.0	72.2	67.2
1979	臺東 29號	83.8	73.7	60.4
1980	高雄 141號	80.8	69.6	64.4
平均		82.3	72.3	64.1
1981*	新竹 64號	83.2	72.1	64.7
1982	臺農 68號	81.5	73.7	69.8
1982	臺中 189號	82.9	74.1	68.8
1982	臺南 7號	83.1	75.0	69.4
1985	臺農 70號	81.6	73.0	65.4
1985	臺南 9號	82.4	72.7	66.3
1986	臺中 190號	82.1	71.4	65.3
1987	臺農 72號	82.0	74.7	71.3
1987	高熊 142號	84.0	75.6	68.5
1988	臺梗 1號	83.1	74.4	67.2
1989	臺梗 2號	83.6	74.0	68.9
1990	臺梗 3號	83.2	73.4	68.0
1990	臺梗 4號	82.0	71.6	65.7
1990	臺梗 5號	83.4	74.0	68.1
平均		82.7	73.6	67.8

*開始重視稻米品質

表 3. 秈稻品種之碾米品質

登記年代	品種	碾糙率(%)	白米率(%)	完整米率(%)
1957	臺中在來 1號	78.6	69.2	50.4
1967	臺中秈 2號	77.8	66.5	52.8
1969	高雄秈 2號	79.6	68.8	58.1
	平均	78.7	68.2	53.0
1974	嘉農秈 6號	80.2	72.1	64.0
1974	嘉農秈選 8號	79.2	71.3	66.2
1974	嘉農秈 11號	80.1	70.8	63.5
1976	臺中秈 3號	78.4	70.6	54.0
1977	臺中秈 5號	79.0	70.7	59.1
1978	高雄秈 7號	78.9	70.6	58.3
1979	臺中秈 10號	79.0	70.3	57.5
1980	臺南秈 15號	81.5	71.4	59.6
	平均	79.5	71.0	60.2
1981*	臺中秈 16號	78.0	69.9	64.9
1982	臺農秈 14號	78.6	68.2	51.9
1984	臺農秈 18號	80.3	71.3	68.7
1984	臺中秈 17號	80.6	70.3	53.0
1984	臺農秈 19號	78.6	67.6	61.3
1986	臺農秈 20號	79.6	67.9	64.6
1988	臺秈 1號	79.5	69.6	61.8
	平均	79.3	69.3	60.9

*開始重視稻米品質

世代給予米粒外觀最大之選拔壓力，而對碾米及烹調暨食用品質之選拔壓力則酌量行之。按，碾米品質及烹調暨食用品質(理化特性分析或食味品嚐)之分析，均屬破壞性且須大量樣品才能實施。因之，育種人員對此碾米及烹調暨食用品質性狀之汰選可說是最無著力點了，尤以粳稻爲然。此因，粳稻之食用品質很難藉米粒理化特性之測定來判別之。

歷年育成秈稻品種米粒外觀之變異(表5)，較無軌跡可循，推測可能原因爲：一則日人用力不多；另則我政府因秈稻栽培面積較少，似較不重視；三則自長秈稻推出後，工作人員專注到容重量及低直鍊澱粉含量品種育成方面之問題，而對此方面著力不多。但無論如何，近年來，長粒型秈稻之白米外觀，一般均比早期短圓秈稻品種者爲佳則是不爭之事實。

表 4. 梗稻品種之米粒外觀

登記年代	品種	大小	粒型	透明度	心白	腹白
1930	臺中 65號	S	B	3	0	1
1943	嘉南 8號	"	"	2	0	1
1953	新竹 56號	"	"	2	0	0
1956	嘉農 242號	"	"	3	0	0
1957	臺中 178號	"	"	2	0	1
1957	臺南 1號	"	"	2	0	1
1958	臺南 3號	"	"	3	0	2
1958	高雄 64號	"	"	2	0	1
1958	臺北 306號	"	"	3	0	1
	平均			2.5	0	0.9
1961	臺中 180號	S	B	3	2	0
1965	臺中 184號	"	"	3	0	1
1965	臺中 186號	"	"	3	1	1
1965	臺南 5號	"	"	3	1	0
1965	臺南 309號	"	"	3	1	1
1966	高雄 137號	"	"	3	0	1
1968	臺北 311號	"	"	3	1	0
1970	高雄 138號	"	"	3	0	2
	平均			3.0	0.8	0.8
1972	臺農 61號	S	B	3	0	2
1972	臺東 27號	"	"	3	1	0
1975	臺農 62號	"	"	4	0	2
1975	臺中 187號	"	"	3	1	0
1975	臺中 188號	"	"	3	1	2
1975	臺南 6號	"	"	3	0	1
1975	高雄 139號	"	"	3	1	1
1976	高雄 140號	"	"	3	0	2
1978	臺農 67號	"	"	3	1	1
1979	臺東 29號	"	"	3	0	1
1980	高雄 141號	"	"	3	1	0
	平均			3.1	0.6	1.3
1981*	新竹 64號	S	B	3	0	1
1982	臺農 68號	"	"	3	0	1
1982	臺中 189號	"	"	3	0	1
1982	臺南 7號	"	"	2	1	0
1985	臺農 70號	"	"	4	0	0
1985	臺南 9號	"	"	2	0	0
1986	臺中 190號	"	"	3	0	2
1987	臺農 72號	"	"	3	2	0
1987	高雄 142號	"	"	3	1	0
1988	臺梗 1號	"	"	3	0	0
1989	臺梗 2號	"	"	3	1	0
1990	臺梗 3號	"	"	3	1	0
1990	臺梗 4號	"	"	3	0	2
1990	臺梗 5號	"	"	3	0	1
	平均			2.8	0.4	0.6

*開始重視稻米品質

表 5. 秈稻品種之米粒外觀

登記年代	品種	大小	粒型	透明度	心白	腹白
1957	臺中在來 1號	MS	I	3	0	2
1967	臺中秈 2號	S	B	5	0	4
1969	高雄秈 2號	S	I	4	0	4
	平均			4.0	0	3.3
1974	嘉農秈 6號	M	S	1	0	0
1974	嘉農秈選 8號	ML	S	2	1	0
1974	嘉農秈 11號	M	I	3	0	2
1976	臺中秈 3號	ML	S	2	1	0
1977	臺中秈 5號	M	I	2	2	0
1978	高雄秈 7號	ML	S	5	0	4
1979	臺中秈 10號	ML	I	3	1	0
1980	臺南秈 15號	ML	S	2	0	0
	平均			2.5	0.6	0.8
1981*	臺中秈 16號	ML	I	3	0	0
1982	臺農秈 14號	ML	S	3	1	2
1984	臺農秈 18號	ML	S	3	1	0
1984	臺中秈 17號	M	I	3	1	3
1984	臺農秈 19號	ML	S	3	2	0
1986	臺農秈 20號	M	I	3	1	0
1988	臺秈 1號	ML	I	3	1	0
	平均			3.0	1.0	0.7

*開始重視稻米品質

三、歷年育成稉秈品種之烹調暨食用品質：

此處所稱烹調暨食用品質之評定均以生米粒理化特性之分析，並未包括試食品嚐之成績。主要分析項目有：膠化溫度、直鏈澱粉含量、粗蛋白質含量及膠體展流度。一般，烹調特性以膠化溫度測定爲主，蛋白質含量對烹調品質也有若干程度之影響。而食用品質之特性則可由直鏈澱粉含量及膠體展流度來判定之。唯，蛋白質含量與食用品質亦有關，蛋白質含量高者食用品質較差已如前述。同時，烹調品質常亦間接、直接影響食用品質，彼此關係錯綜複雜。尤有進，目前之共識是：秈米之食用品質尙可用理化特性之分析來判定之；而稉米食用品質之判定似須以品嚐試食評分爲主，理化特性之分析爲輔。

表6及表7爲歷年育成稉秈品種烹調暨食用品質有關理化特性之檢定結果。表6顯示臺灣歷年育成稉稻品種諸種理化特性之變異不大，此即目前推廣品種食用品質評定不能依賴生米粒理化特性之分析來判定的主要原因。反之，秈稻品種之食用品質則很容易由各品種之直鏈澱粉含量來解釋之(表7)。例如，臺中秈10號之米飯濕、軟而黏如稉稻，其因乃在其直鏈澱粉含量僅17.8%；而臺中在來1號米飯乾、硬而鬆，原因則在其爲高直鏈澱粉含量者。

表 6. 梗稻品種之烹調暨食用品質

登記年代	品種	鹼質擴散度	膠化溫度	直鏈澱粉含量(%)	氮白質含量(%)	膠體性質
1930	臺中 65號	6	L	19.9	6.8	S
1943	嘉南 8號	5.6	L	19.5	6.9	S
1953	新竹 56號	6	L	19.0	7.2	S
1956	嘉農 242號	6	L	19.8	6.7	S
1957	臺中 178號	6	L	20.1	6.6	S
1957	臺南 1號	6	L	19.8	7.2	S
1958	臺南 3號	6	L	20.0	7.0	S
1958	高雄 64號	6	L	20.1	7.0	S
1958	臺北 306號	6	L	20.4	7.3	S
平均				19.9	7.0	
1961	臺中 180號	6	L	19.7	7.4	S
1965	臺中 184號	6	L	19.9	7.3	S
1965	臺中 186號	6	L	20.7	6.6	S
1965	臺南 5號	6	L	18.3	6.9	S
1965	台北 309號	6	L	19.7	7.2	S
1966	高雄 137號	6	L	20.9	7.0	S
1968	臺北 311號	6	L	20.6	7.1	S
1970	高雄 138號	6	L	20.5	6.9	S
平均				20.1	7.2	
1972	臺農 61號	6	L	20.8	7.2	S
1972	臺東 27號	6	L	16.7	7.0	S
1975	臺農 62號	6	L	19.3	6.7	S
1975	臺中 187號	6	L	16.8	6.8	S
1975	臺中 188號	6	L	20.7	7.0	S
1975	臺南 6號	6	L	19.2	6.7	S
1975	高雄 139號	6	L	18.9	6.3	S
1976	高雄 140號	6	L	18.3	7.3	S
1978	臺農 67號	6	L	18.9	5.8	S
1979	臺東 29號	6	L	17.5	6.7	S
1980	高雄 141號	6	L	19.5	7.6	S
平均				18.8	6.9	
1981*	新竹 64號	6	L	18.6	7.1	S
1982	臺農 68號	6	L	19.9	7.4	S
1982	臺中 189號	6	L	17.2	7.3	S
1982	臺南 7號	6	L	17.6	6.3	S
1985	臺農 70號	6	L	17.5	6.6	S
1985	臺南 9號	6	L	19.7	6.5	S
1986	臺中 190號	6	L	17.5	7.3	S
1987	臺農 72號	6	L	16.0	5.8	S
1987	高雄 142號	6	L	16.2	7.0	S
1988	臺梗 2號	6	L	16.5	5.8	S
1990	臺梗 3號	6	L	18.5	5.6	S
1990	臺梗 4號	6	L	18.6	5.2	S
1990	臺梗 5號	6	L	18.3	5.7	S
平均				17.8	6.4	

*開始重視稻米品質

表 7. 秈稻品種之烹調暨食用品質

登記年代	品種	鹼質擴散度	膠化溫度	直鏈澱粉含量(%)	氮白質含量(%)	膠體性質
1957	臺中在來 1號	7	L	28.8	9.1	H
1967	臺中秈 2號	5	I	29.2	9.1	H
1969	高雄秈 2號	5	I	30.8	8.4	H
平均				29.6	8.9	
1974	嘉農秈 6號	6	L	28.4	9.8	H
1974	嘉農秈選 8號	6	L	19.8	9.8	S
1974	嘉農秈 11號	3	H	29.7	9.6	M
1976	臺中秈 3號	6	L	18.4	7.1	S
1977	臺中秈 5號	6	L	27.8	9.4	H
1978	高雄秈 7號	4	I	28.0	7.4	H
1979	臺秈 10號	6	L	17.8	6.8	S
1980	臺南秈 15號	7	L	28.4	9.7	H
平均				24.8	8.3	
1981*	臺中秈 16號	6	L	16.7	8.0	S
1982	臺農秈 14號	4	I	29.1	8.1	S
1984	臺農秈 18號	7	L	30.0	7.4	M
1984	臺中 17秈 號	7	L	28.9	8.6	H
1984	臺農秈 19號	7	L	27.8	6.3	M
1986	臺農秈 20號	6	L	16.0	8.0	S
1988	臺秈 1號	6	L	17.0	7.9	S
平均				23.6	7.8	

*開始重視稻米品質

表 8. 稻米食味品嚐評分表

日期： 性別： 年齡： 職業：

樣品	項目	很好	較好	稍好	同對照	稍差	較差	很差
1	外觀							
	香味							
	口味							
	黏彈性							
	硬度							
	總評							
2	外觀							
	香味							
	口味							
	黏彈性							
	硬度							
	總評							
3	外觀							
	香味							
	口味							
	黏彈性							
	硬度							
	總評							

對照品種代號爲4，每樣品與對照作比較後，在各評分項目下以打"勾"予於評分。

由於表6及表7並無食味品嚐之成績，故表列品種經藉品嚐試食以判定食用品質良莠之變異付之闕如，唯近期品種如臺中189號、臺農70號、臺南9號、及大部份以臺梗命名之梗稻新品種等均是已獲推薦或有潛力之良質米品種。理論上，這些品種在適當之栽培管理下，所產之稻米品質應佳，但因這些以臺梗命名品種品質檢定(含食味品嚐)之各該數據爲不同年度之數據，測試條件互異，故未列出，以免誤導讀者。

再此，重覆强調，梗稻之食用品質是很難由生米粒之理化特性測定而判別之。而當育種材料之樣品量大到足供品嚐試食時，通常已是較固定之晚期世代，此時僅能行篩檢，而幾無選拔機會。又因爲米飯Q的特性似屬隱性(以越光爲例，崛末, 1983)且無法於早期世代行選拔，故在現今科學基準下，權宜之計似以組合食用品質優良，然僅各具若干優良農藝性狀之中間親本於一之方法，應是唯一可行的方法。而慣行食味品嚐之評分標準係臺中區農改場米質研究室根據日本之經驗並參照臺灣之狀況所擬定(表8)，有興趣者請逕與臺中區農改場米質研究室接觸或與臺灣省農業試驗所稻作室接洽亦可。

臺灣省農業試驗所在稻米品質改良之實際育種作為及育種策略

國內稻作育種運作自民國74年第二期作起，在農政主管單位之主導下，廳屬各試驗場所之稻作育種人員組成臺灣省稻作育種小組(簡稱稻作育種小組)。在此架構下，國內之稻作育種由以前各單位之單打獨鬥、各自爲政，改成現在之團隊分工、彼此合作。合作的方式是：早期世代(通常到雜交後第五代之選系)由農試所(總所及分所)在育種小組之督導下執行，後期世代則由各區改良場各在當地環境下進行篩選；各類特性分由各場所行統一檢定；小組每年開會兩次，討論共同關切之問題及各別場所個別遭遇問題之因應對策。

一、農試所在稻米品質改良之實際育種作爲：

在此體制下，農業試驗所在稻米品質改良之實際育種作爲是：特別著重雜交親本之品質評估。而評估之重點則以：米粒外觀及食用品質爲主；理想農藝性狀爲輔；病蟲害等逆境之考量居次。按，這些考量之優先順序是基於：良質與高產暨逆境抗性强是不可得兼之現存不利事實，而不得已暫時性的妥協作爲，無論如何，上述良質與高產暨逆境抗性或忍受性强是不可得兼之現存事實，我們正與植物病理學者、分子遺傳學家、遺傳工程專家等密切結合，企求設法克服此現存不利之事實，我們熱切希望將來能有所突破。

在雜交親本評估方面，我們的作法是：1.檢索、彙整雜交親本在各場所所進行各項檢定之所有資訊，包含品質性狀與各農藝暨逆境抗性或忍受性等，本項資訊之檢索、彙整以儘可能多年暨多地點爲目標，並考量各地實際田間觀察結果作綜合性評斷；2.由研究室同人組成食味品嚐小組，進行被建議親本食味品質之慎重再評估與確認；及3.在本所田間進行關切性狀之再觀察，而觀察田除若干目前極不重要之病蟲害外，不作任何病蟲害防治，甚或連目前極不重要病蟲害輕微發生時亦不作防治。

在雜交後裔汰選方面：1.如親本田，田間不作任何病蟲害防治，甚或連目前極不重要病蟲害輕微發生時亦不作防治；2.依田間表現，自發地進行必須之回交，或送請相關場所進行汰選，按稻作育種小組組成之有關規範：早期世代之選拔得因事實之須要，由合適之場所進行汰選，並無一定須在農試所進行之强制規定；3.所送選系均經：本所設立之稻熱病旱田篩

檢圃、稻熱病發生嚴重地區稻田設立之天然病圃，及嘉分所植保系之褐飛蝨檢定等篩檢程序，而這些病蟲抗性檢定參考資料(約有三次) 均隨各選系分送各場所供參考；4.自雜交後第三代(選獲第二代單株之第三代稻穀）起即逐株篩檢糙米之外觀，初選不合者即予淘汰，故得獲送至各區改良場所之選系，在糙米外觀上應在一定水準之上；5.基本上，雜交後裔在田間汰選方式是淘汰不合意之植株，而不是選拔表現良佳之植株；6.本所除若干特別狀況下，一般不作選系之碾米與食味品嚐，此因，此兩類檢定須大樣品，且選系數目太多，受限人力，無法進行；及7.各組合收穫之植株在歷經糙米外觀及病蟲抗性之淘汰後，各組合之選拔壓力變化頗大，多年來之平均約在5-10％之間。

在籲請各場所共同體認方面：1.基於稻米品質性狀雖可歸納爲各大類，但米粒外觀之決選卻是個僅須少量且能於早期世代進行的非破壞性檢定；而碾米及品嚐試食則須等樣品量大之晚期世代才能進行的破壞性檢定。故在本省現行之育種制度下，農試所已於早期世代給予各選系之米粒外觀相當大的選拔壓力；故，籲請各區農改場儘可能排除萬難，適時針對掌握有希望材料之碾米品質及米飯食味等方面，進行初步篩檢暨品嚐等工作。雖然，這時，似只是檢定而不是選拔。特此謹請各場所同人能共同體認到這兩性狀之初步篩檢，在早期世代是「莫法度」，也無「著力點」。而，唯有在較晚期世代才稍有「著力點」。2.各送選品系若發現有特別狀況(如稔性異常、特殊抗性或忍受性良佳但農藝性狀欠佳等)，務必保持連繫，以累積經驗或採取進一步之措施。

總言之，多年來我們在稻米品質改良之選育策略是：1.用爲雜交親本者儘可能是農藝性狀各具特色之良質米品種（系），選育之目的是在組合分散各親本之優良農藝性狀；2.利用可靠之相關性狀或指標性狀。而爲達此目標：種原之充分蒐集及篩選；各具部份優良農藝性狀（或抗病蟲害）但碾米及食用品質俱佳中間親本之培育；及深入之基礎研究以建立間接選拔之指標性狀等項工作是我們優先推動之育種基礎研究(有關此兩具體作爲下節有深入之簡單說明) 。而此諸項工作之大原則雖簡單明確，但執行細節卻是經緯多端，非一朝一夕可達。唯賴：上級決策領導單位之支持；稻作同仁之執著敬業及合作體諒，才能邁過困境，步上坦途。

二、農試所在稻米品質改良之育種策略：

"稻米生產企業化；稻農生活現代化；稻田生態自然化" 爲農試所在稻米品質改良所揭櫫之育種目標。換言之，此"三生" 稻作係農試所稻作研究爲因應我國進入國際關貿總協(GATT, General Agreement on Tariffs and Trade) 後對本省稻作之衝擊暨爲永續本省稻作產業之長程戮力目標。具體言之，今後農試所之稻米改良目標：以持續地提昇省產稻米品質，以創立省產稻米品牌；以降低人力資源投入，減少農用化學製劑用量等，以大幅降低生產成本及避免過度污染環境，以增加暨穩固省產稻米的國內外市場競爭力；以永續本省稻作產業；以永續我中華米食文化爲首要之育種目標。而，育種之策略則，一方面全方位積極系統蒐集暨評估良質等種原，建立育種資訊庫；藉由稻種間雜交或其他生物科技以擴大栽培稻之遺傳歧異性，建立各標的性狀之基因庫。另一方面，檢討現行對稻熱病、白葉枯病及稻飛蝨等主要病蟲害抗性之利用方式；積極檢討穗形、米粒外貌與食味品質間之關係，並適時引用生物科技(如RFLP, MS, selection with marker)，確立良質米選拔指標。他方面，朝適合粗放栽培（低成本

或有機栽培等）稻作品種之開發投入。期經藉此有限人力暨資源之搭配，並透過同仁團隊合作與分工以提高育種效率，加速良質、豐產並適於低成本栽培水稻新品種之育成，以永續本省稻作產業。

前節已述及，臺灣省農業試驗所在稻米品質改良之育種基礎策略概可分為：種原之評估與利用及育種相關指標性狀之建立等兩大項。但為方便人力與資源之掌握，我們將此育種基礎試驗區分為：稻遺傳資源之評估與利用、育種資訊系統之運作、稻作遺傳歧異性之擴大、病蟲害抗性利用及其分子遺傳之研究、直播栽培之育種技術檢討等等中、長程育種基礎試驗。而以上諸基礎試驗均以良質為主，其他特殊性狀之利用為輔，茲簡述如後：

(一)稻遺傳資源之評估、利用及育種資訊管理系統之運作

稻種原之蒐集、評估與利用，係屬長遠性工作，為稻品種改良不可或缺之基礎工作。唯，今後為更落實稻種原評估在本省良質育種計畫之實際功能，評估以品質性狀、病蟲害抗性、逆境忍受性、株型或其他目標性狀等為重點，必要時則進行標的性狀遺傳機制之分析，以俾益新品種之開發；同時，為充分掌握日趨龐大複雜育種相關資訊，諸如：雜交種原之親緣關係、各類抗性與逆境特性、農藝特性暨適應性等資訊，規畫建立以稻作育種資訊管理為主之軟體系統，以突破上項育種資訊應用時，相關資訊龐大複雜之困擾。此即，期藉本基礎工作之辦理，以提高育種效率，加速新品種開發。本項工作關於稻作育種資訊管理系統軟體之建立及維護部份由農藝系統計研究室推動；稻作研究室負責育種相關資訊鍵入與資訊之取用。

(二)稻作遺傳歧異性之擴大

作物遺傳歧異性對作物生產重要性之實例，首見西元1970年玉米葉斑病(southern leaf blight)侵襲美國玉米帶，造成無與倫比損失之個案。類此，作物遺傳歧異性過小之潛在危機，國內外先後已有多篇論文加以討論。而國內稻作由於改良豐產商業品種如臺中65號、臺南5號及臺農67號等之推廣栽培後，導至單一品種栽培面積之急速擴張，田間遺傳變異性之急劇下降，擴大遺傳(包含細胞質)歧異性對稻作生產之必要性益形突顯。本項工作初期在稻熱病、白葉枯病、褐飛蝨等主要病蟲害直式抗性不同遺傳來源之擴大為主，而以橫式為最終目標。並希望引入各類型稻種原之細胞質，擴大本省稻核基因及細胞質之遺傳歧異性，進而建立各實用性狀之基因庫，供實際育種應用。

(三)病蟲害抗性利用及其分子遺傳之研究

臺灣地處亞熱帶，終年高溫多溼，極適病蟲滋生。目前較重要之病蟲害為：稻熱病、白葉枯病及褐飛蝨等。稻熱病及白葉枯病分屬眞菌及細菌性病害，有生理小種之問題；褐飛蝨方面也有生物小種之問題，且已發生生物小種相之改變。諸如此類問題已到育種工作者非徹底檢討現行育種策略不可之階段，因之，將積極展開對現有及未來引入種原之橫式（horizontal）及直式（vertical）抗性之檢定與利用重加評估與檢討，內含抗性機制遺傳行為之再檢討、中間親本之運用、RELP法及SM之運用、橫式及直式抗性之育種策略等等。本項工作是與病理與分子遺傳同人分工合作。

(四)直播栽培之育種技術檢討

直播等低成本栽培技術，應是省工栽培及未來大規模集團經營最可能的主要栽培方式。無可置疑地，直播栽培技術之繼續改良暨合宜品種之使用，是本省直播栽培極待解決的問題。國內嘉義分所及中興大學過去曾對有關直播時之seedling vigor 問題加以研究；數年前育種小

組也曾全面檢討以往本省各試驗場所直播栽培之試驗成果，並認爲在時、空條件均已改變之狀態下，直播栽培值得再次深思，而適直播栽培品種與直播栽培技術之開發空間尚大；另，旅美我國籍稻作專家曾書田博士謂：在加州之直播條件(冷水暨深水)下，本省育成品種直播發芽情形良好，但本所小規模預備試驗之結果並不理想。經參觀、檢討目前各場所有關直播栽培之栽培技術，深信有進行本土化直播栽培育種技術檢討之必要。

(五)未來稻株型之評估

本所檢討適應有機農法或低投入品種選育方面之問題，認爲，這些品種應具有：所謂病(蟲)害橫式抗性，肥料反應較不敏感，莖桿較披開，穗數較少，通風良好等等特點。此種株型與所提：二十一世紀稻作之理想株型；及攜有半矮性基因sd-6植株之株型十分相近。而本所在進行稻種間或屬間雜交擴大遺傳歧異研究中，亦曾選獲此類型植株。此類株型與本省稻作產業有關之遺傳育種檢討，應是值得本省稻作界深思之問題。

檢討與展望

臺灣光復初期，政府經濟建設方針以農業培養工業，農工產品之出口爲賺取外匯之主要來源。近年來，臺灣經濟起飛，經濟結構蛻變，工業產品佔出口大宗，農業產值之經濟重要性降低。另一方面，世界經濟衰退，保護主義抬頭，國際或區域經濟聯盟紛紛締結。積極加入各類國際關稅聯盟，排除關稅障礙，乃成爲臺灣經濟保持繼續成長最重要的手段之一。經有關當局多年來之努力，我國以臺澎金馬獨立關稅領域加入國際關貿總協已進入緊鑼密鼓階段，國內各項產業均將隨之面臨鉅大衝擊，稻米產業亦將遭受威脅之際，稻米產銷之世界觀實是國內稻作工作同人不可或缺之基本觀念。

稻米雖是世界上最主要的糧食作物之一，且爲世界過半數人口之主食，但因爲絕大多數之稻米生產國家都在亞洲，且絕大多數之稻米都是在生產地被消費因之，稻米之市場非常狹小，估計僅約不到世界稻米總產量5% 之稻米流入國際稻米市場 (Efferson, 1985) 。如此，就世界整體言，與其他大宗貿易穀物小麥及玉米相比，稻米在國際貿易上就顯得相對地不很重要。但就個別國家言，則自有其可觀者焉。以美國爲例，稻米之栽培面積雖未達美國總作物栽培面積之2% ，但稻米之產品總值卻高居重要農作物順位之第六位(Webb et al., 1985)；而泰國，世界上最大的稻米輸出國，西元年之稻米輸出額更高達1,768,949,000 美元(IRRI, 1991)；而在我國，高額之庫存稻米則造成糧政當局之沈重負擔，由此可知，國際稻米市場雖狹小，但在產米國家之經濟方面卻扮演一個舉足輕重之色。

近年來由於耕種技術進步，病蟲害控制得宜及優秀改良品種育成，世界多數稻作國家大多由糧食不足等情況轉變成糧食勉可或已可自給自足或有餘糧可供輸出的國家。而使這長久以來被視爲亞洲地區人民之主食穀物-稻米，已成爲目前國際糧食市場中廣受注目的禾穀類糧食之一，稻米市場因而更趨狹小，競爭益趨劇烈，其市場成爲若干稻米輸出國瓜分、爭食之大餅自不言而喻。

據Efferson (1985)之歸納，國際稻米市場流通之白米計分成六類：一爲高品質長粒型生白米(high quality long-grain raw milled rice)；二爲中品質長粒型生白米(medium quality long-grain raw milled rice)；三爲中粒及短粒型生白米(medium-and short-grain rice)；四爲預煮米(parboiled rice)；五爲香米(aromatic rice)；六爲糯(glutinous rice)。由於各地區（或國家）消費習性不同，稻米品質之要求也隨之不同，上列六型稻米各佔有其一定之市場，也各有其價

格結構。其中，傳統良質印度型長粒生白米(the traditional high quality Indica long-grain raw rice) 約佔有世界稻米市場交易量之1/4 左右並擁有最高之利潤，長久以來被認爲是世界稻米市場中，較高價且市場佔有率極高之米類，這類米屬中直鏈澱粉含量，飯食口味與低直鏈澱粉含量之中、短粒者不同，而主要供應國爲美國及泰國，烏拉圭及阿根庭也佔有一席之地。惟，自民國69年(1980年)以來，中粒及短粒型米之市場須求量逐年增加，價格看俏，後勢看好，似有後來居上之勢(Efferson, 1985)，而此兩型白米概屬於適應溫帶冷涼地區之粳型，主要之輸出國爲澳大利亞、美國 (加州產中、短粒型米)、臺灣、中國大陸及義大利；主要市場爲大平洋諸島、亞洲、非洲及歐洲市區之消費者。在歐洲，此類米概被用之於各類甜食如米布丁之製作。此類米屬低直鏈澱粉含量，煮成之米飯濕潤柔軟且具黏性(Q)，爲若干亞洲國家人民之最愛。因之，此類米在這些國家稻米市場價格俏，極有競爭性，若干產米國家如美國及澳大利亞已調整其稻米生產策略，相當重視中及短粒米市場之攻佔(Efferson, 1985) 。又，若干亞洲國家如孟加拉、斯里蘭卡、臺灣、中國大陸也生產粒型中短但米飯特性如長粒米之稻米，此類爲秈型，米粒之直鏈澱粉含量概高。而臺灣另生產長粒之低直鏈澱粉含量之秈米。另外，印度尼西亞雖間亦輸入中短粒型粳米，唯一般而言，該地區之消費者較嗜當地之爪哇型(Bulu or Javanica)米或秈米。

在亞洲，臺灣、日本及韓國等三國之米食消費以飯食爲主，消費習性概以粒飯濕潤、柔軟、具黏性爲上品。而此三國因天然地理條件等關係，消費者米價向較國際稻米市場高出許多。與國際稻米市場相比，日本之消費者米價約爲國際米價之11倍；韓國(南韓)之消費者米價約爲國際米價之5. 5倍；臺灣則約爲國際米價之3倍(IRRI, 1991)。雖然此三國目前都是稻米自給自足而有餘之米飯主食地區，但由於此三地區之高消費者米價，乃造成美國米商打開此三地區食米市場之强烈企圖。唯，衡之事實，以年美國年稻穀產量7,004,000 噸爲例，計全年所生產之白米（加適量碎米）約4, 902,800 公噸（轉換因子以.7爲基準)，扣除美國境內亞裔、西班牙裔及其他工業需要約40 million CWT（ 1CWT=100磅，總計內銷1,814,360噸），則全年美國稻米可供輸往此三個亞洲高消費米價國家之白米量約爲3百萬噸左右（按年美國外銷白米爲3,061,000噸，主要爲長粒型米)。而同年，日本年稻穀產量爲12,500,000噸；韓國7,600,000噸；臺灣2,300,000噸，合計共22,400,000噸，約佔該年世界稻穀產量之4.3%；約佔亞洲稻穀年產量之4.7%；約爲美國稻穀產量(7,004,000 噸) 之3倍。故持平言之，若三國同進退，按比例開放市場，若目前之美國米也都符合各國良質米之要件(事實上並不符合)，則三國所受之衝擊應不如想像中那樣大。因之，若三國能同進退，按比例開放市場，則三國所受之衝擊應勉可接受。就中，日本之主食稻米屬短粒型，且日本之米食消費習性又較專一，良質米之產銷制度完備。眼前美國（加州）應無可競爭品種，而美國幅員廣大，品種與環境交感顯著(加州品種並不適其他地區栽培)，故即便日本開放米市場，短期之內，衝擊應不大；長程來看，則變數仍多，不能預知。而臺灣之食米消費群，並不甚在意粒型，且國內良質米產銷尙存有若干重大問題，而美國米外觀佳、品質穩定，食味也佳，接受性無問題(個人意見)，故若因其他因素(如GATT等)而單獨開放稻米市場，則對本省稻米產業之影響，短期來看，會有相當之衝擊，長程而言，滯留美國之亞裔(尤指中、韓、日裔)稻育種家不在少數，加上國內商人只知追逐暴利，利字當頭下會有如何之結果，令人無法想像。

童稚時期，父老告曰：葫蘆墩米、阿猴米、西螺米；一頭栽進米質研究之領域後，又知

道有所謂的關山米、池上米或吉安米等；目前，則有所謂良質米適栽區及適栽品種之規劃，顯見大家一致認同環境與良質米之生產存有極密切關係。而本島地形南北狹長形似紡錘，且中央山脈縱貫南北。因之，稻米產區雖遍佈全島：山之巔、海之濱地無遠弗屆。顯然，各地農業環境殊有不同。也顯見良質米適栽區規劃之重要性。而目前稻作栽培面積一、二期合計約計四十萬餘公頃；全省規劃完成之良質米適栽區則共計一十五萬五千多公頃，即良質米適栽區之面積約佔全省栽培面積之三分之一左右，而被規劃之適栽區則幾已包括全省各區改良場之廣大轄區。想當然，此種囊括全省之規劃自有其各方面之考量，但在區域氣候條件殊有差異的環境下，全力擴大生產良質米，而品質又無法保證（無有效行政處理），難保袋裝良質米滿天飛，品質只有「天公」知道的情況出現，而國內如果因其他因素(如加入GATT等)而開放國內食米市場時，則國產稻米之市場當必很難想像，雖然我們也有好的品種。著者一直思量，建立省產稻米品牌；珍惜品牌；愛惜羽毛之觀念在國內環境下似並不容易。目前，米商在做廣告方面似一擲千金，但在珍惜品牌、愛惜羽毛方面，似仍有商榷之餘地。另方面，國內良質米之產銷自民國70年代後積極推動以來，已超過十年。前後被以良質米品種（有潛能生產良質米）命名推廣的也有好幾個。雖有關單位投下不少心力及物力，但預期績效之達成情況並不能令人十分滿意。此似表示：在行政層面及技術層面方面，尙待繼續努力之空間仍然很大。

由美國之經驗中，我們知道：美國於1955年，因育種選拔之需要而在德州之Beaumont成立 the Regional Quality Laboratory，以協助美國農部與阿肯色、密西西比、路易西安那、加州及德州等州農業試驗場監控水稻選系之品質訴求。成立以來，一則傳統長粒型之米質可由生米粒理化特性之評估而判定之；二則該室之成立即是因應需要，故很能發揮該室設立之角色功能。如今，該室是國際最有名之米質研究室之一；再加上Beaumont場在水稻育種方面之著有實績，整年參觀研習者絡繹不絕於途，（就個人所知，現臺中場場長謝順景博士；桃園場林祕書文龍；花蓮場劉瑋婷小姐均曾在那留過足跡）。多年來已充分達成設立該室之目標。唯，近年來由於中及短粒米暨多用途米之受重視，該室發現對中及短粒米之烹調及食用品質言，已無法由該室陸續研發出之各項生米粒之理化特性之檢定來判別之。最常遇到之問題就是：爲何直鏈澱粉含量相似的稻品種之食用及加工品質是如此的不同(Webb，1975)。雖然，IRRI之Cagampang et al.於1973年發展出判定同直鏈澱粉含量而米飯品質不同之測定方法，按即膠體性質之測定，但此法僅對高直鏈澱粉含量之品種具判別效果，對低直鏈澱粉含量品種則無判定米飯品質良莠之功。就個人之井蛙小知，目前似尙無一客觀且數據化的理化特性分析，可用以判定低直鏈澱粉品種之食用品質特性。東鄰之日本雖有Texturometer 之引用，但最可行的卻是實地的食味品嚐，而影響試食品嚐成果因素中，最不易控制的變因卻是人，亦即品嚐人員之代表性最是關鍵因子。國內自民國71年日本專家崛末登博士來華指導後，已建立一套食用品質品嚐評分表。唯目前食用品質之評定僅由臺中場若干同仁之判定而決定之，此種品嚐成果在階層代表性方面似乎略有不足處，亦即，在此所要强調的，不是臺中場工作群之客觀性或公正性，而是在階層代表性方面似乎尙可加强。

面對現在，展望將來，首先强調：提高稻米品質之方法，除了重要影響因素之控制與改良外，尙需周延之行政措施來配合（鄧，1988）。行政方面：在農業人員對國家政策擬定影響力有限的情況下，較完備的良質米產銷督導策略之訂定就顯得相當地重要；另，技術方面：

種原之評估與利用、育種策略之研擬及有效科技之引用應是稻作同仁應掌握之主要工作；米商方面：品牌商譽之珍惜、消費者權益之尊重；農民方面：稻穀量與價觀念之建立、稻米質與量觀念之認；消費者方面：不讓自已權益睡著、以實際拒購抵制無商譽廠商等是值得大家一齊來深思的。

參考文獻

1.王壽增. 1975.稻米澱粉含量遺傳之研究. 農林學報(國立中興大學) 24:41-50.

2.宋 勳. 1991. 臺灣稻米品質之研究. 臺中區農業改良場專刊第號 彰化 臺灣。

3.黃正華. 1985. 臺灣地區稻米之生產改進. 科學農業 33:295-328。

4.唐如金. 1993. 水稻穀粒比重之遺傳研究. 國立中興大學碩士論文.

5.郭益全. 1976. 環境對米粒蛋白質含量之影饗. 國立中興大學農藝彙報 1:1-4.

6.郭益全. 1977a. 米粒蛋白質之理化特性. 國立中興大學農藝彙報 2:6-14.

7.郭益全. 1977b. 水稻蛋白質含量及其他性狀之遺傳研究. 國立中興大學碩士論文.

8.郭益全 謝順景 宋素英. 1978a. 高蛋白水稻之育種研究 I. 梗稻早晚熟品系間雜交後代米粒蛋白質含量及其他性狀之變異. 中華農業研究 27:159-168.

9.郭益全 謝順景 宋素英. 1978b. 高蛋白水稻之育種研究II. 梗稻早晚熟品系間雜交後代米粒蛋白質含量、抽穗期及其他性狀之遺傳. 中華農業研究 27:199-212.

10.郭益全. 1978. 高蛋白水稻之生理特性與蛋白質含量之遺傳. 科學農業 26:223-226.

11.郭益全 張德梅 謝順景. 1978c. 高蛋白水稻之育種研究 III. 水稻蛋白質產量路徑係數分析. 中華民國農學團體六十七年聯合年會特刊 pp 94-104.

12.郭益全 謝順景. 1982a. 稻穀性狀之遺傳研究. 中華農業研究 31:177-186.

13.郭益全. 1982. 析出法分析水稻穀粒長之遺傳研究. 中華農業研究 31:265-274.

14.郭益全 謝順景. 1982b. 利用析出法之稻穀粒型的遺傳分析. 中華民國農學團體七十一年聯合年會特刊 pp 75-83.

15.郭益全 謝順景. 1983. 米粒膠體硬度及顆粒澱粉含量之遺傳. 中華農業研究 32:14-32.

16.郭益全 劉清 張德梅 謝順景. 1985a. 秈稻烹調與食用品質及穀粒性狀之遺傳. 中華農業研究 34:243-257.

17.郭益全 劉清 王強生. 1985b. 米粒蛋白質與顆粒澱粉含量之變異. 中華農業研究 34:422-427.

18.郭益全 劉清. 1986a. 米粒白堊質之遺傳. 中華農業研究 35:129-138.

19.郭益全 劉清. 1986b. 大粒水稻之遺傳研究II.穀粒性狀之遺傳. 中華農業研究 35:401-412.

20.郭益全 劉清. 1987. 米飯物理特性之遺傳. 中華農業研究 36:1-14.

21.郭益全 劉清 宋勳. 1987. 米飯物理特性與官能品嚐之關係. 中華農業研究 36:239-246.

22.郭益全 宋勳. 1992. 稻米品質改良現況與展望. pp 23-68. 作物生產改進研討會專集 國立中興大學 臺中 臺灣 中華民國.

23.郭益全. 1994. 美國稻米產銷及品質改良現況簡介. 科學農業 42(1,2):1-12.

24.陳紹鉉. 1979. 水稻米粒澱粉含量及膠化溫度之遺傳研究. 國立中興大學碩士論文.

25.鄧耀宗 1988 臺灣地區稻米品質改進現況與展望. 稻米品質研討會 臺中區農業改良場專刊

第13號 彰化 臺灣。

26.崛末登 1983 稻米之米質改良、檢定及運銷（上）. 謝順景筆錄 臺灣農業 19:24-40

27.Beachell, H. M., and J. W. Stansel. 1963. Selecting rice for specific cooking characteristics in a breeding program. Int. Rice Comm. Newsl. Spec. Is.:25-40.

28.Cagampang, G. B., C. N. Perez, and B. O. Juliano. 1973. A gel consistency for eating quality of rice. J. Sci. Fd. Agric. 24:1589-1594.

29.Chang, T. T., and C. C. Li. 1980. Genetics and breeding. pp87-146. In: Rice: Production and Utilization. B.S. Luh ed. AVI Publishing Co. Inc., CT.

30.Chang, T. T., and C. C. Li. 1991. Genetics and breeding. pp23-101. In:Rice: Production. B.S. Luh ed. Vol. I. AVI Publishing Co. Inc., CT.

31.Childs, N. W. 1989. U. S. rice distribution patterns. USDA. ERS. statistical bulltein No. 776. USDA, Washington, D. C.

32.Efferson, J. N. 1985. Rice quality in world markets. pp 1-13. In: Rice Grain Quality and Marketing. Int. Rice Res. Inst. Los Banos, Philippines.

33.Hsieh, S. C., and Y. C. Kuo.1979. Breeding for High Protein Content in Rice. IV. Genetical studies on protein cintent and other agronomic characters in thr cross between Indica and Japonica rices. Proc. Natl. Sci. Coun. 3: 397-403.

34.Hsieh, S. C., and Y. C. Kuo. 1982. Evaluation and genetic studies on grain quality characters in rice. pp 99-112. In: Proc. Symp. on Plant Breed. S. C. Hsieh, and D. J. Liu ed. Assoc. China and Regional Soc. of SABRAO. Taipei, ROC.

35.IRRI. 1991. World Rice Statistics 1990. Int. Rice Res. Inst. Los Banos, Philippines.

36.Jenning, P. R., W. R. Coffnan, and H. E. Kauffnan. 1979. Grain quality. pp 101-120. In: Rice Improvement. Int. Rice Res. Inst. Los Banos, Philippines.

37.Kumar, I., and G. S. Khush. 1987. Genetic analysis of different amylose levels in rice. Crop Sci. 27:1167-1172.

38.Kuo, Y. C. 1992. Genetic analyses of eating and processing quality paremeters in rice(*Oryza sativa* L.). Ph. D. diss. Texas A&M Univ., Tx., 163pp.

39.Nagai, I. 1958. Japonica Rice: Its Breeding and Culture. Yokendo, Tokyo.

40.Nakata, S., and B. R. Jackson. 1973. Inheritance of some physical grain quality characteristics in a cross between a Thai and Taiwanese rice. Thai J. Agric. Sci. 6:223-235.

41.Stansel, J. W. 1966. The influence of heredity and environment on endosperm chatacteristics of rice (*Oryza sativa* L). Diss Abst. B27:48.

42.Webb, B. D. 1975. Cooking, processing and milling qualities of rice. pp 97-106. In: Six Decades of Rice Research in Texas. Texas Agric. Exp. Stn. College Station, TX.

43.Webb, B. D. 1992. Quality trend in American rice. (unpublished).

44.Webb, B. D., C. N. Bollich, T. H. Johston, and W. O. McIlrath. 1979. Compoments of rice quality: their identification, methodlogy, and stage of application in United States breeding programs. pp 191-205. In: Proc. Workshop on Chemical Aspects of Rice Gr \ain Quality. Int.

Rice Res. Inst., Los Banos, Philippines. 45.Webb, B. D., C. N. Bollich, H. L. Carnahan, K. A. K. Moldenhauer, and K. S. Mckenzie. 1985. Utilization characteristics and qualties of United States rice. pp25-35. In: Rice Grain Quality and Marketing. Int. Rice Res. Inst. Los Banos, Philippines.

Genetics and Breeding of Rice Grain Quality in Taiwan

Yih-Chuan Kuo

Department of Agronomy, Taiwan Agricultural Research Institute,
Taichung, Taiwan, ROC.

ABSTRACT

Incessantly increasing the grain quality of rice produced in the Taiwan areas is one of the most important strategies of rice policy in relation to production and sale. Through the guidance and planning made from the government and the cooperation and end eavor devoted from rice research units, the grain quality of the newly bred cultivars were increased in the past decade, however, the large room for improving rice grain quality is still being had. The article presents the works for the genetic studies of rice grain quality we have conducted, criticizes the grain quality of rice cultivars we have bred, and therefore, offers some recommendations I have had for pondering to meet the needs of the demands of incessantly increasing the grain quality of rice.